

第Ⅱ部門

津波避難施設の配置計画のための群集避難シミュレーション

京都大学工学部 学生会員 ○大庭 啓輔
 京都大学大学院工学研究科 正会員 後藤 仁志
 豊田工業高専環境都市工学科 正会員 原田 英治

ニュージェック（株） 正会員 五十里 洋行
 京都大学大学院工学研究科 学生会員 丸山 由太

1. 研究の目的

政府の地震調査研究推進本部地震調査委員会の発表によると、東南海・南海地震の発生確率は今後 30 年以内に 40～50%であるから、地震津波によって大きな被害が予想される地域では、災害に強い地域づくりを目指した地域防災計画の検討が必須である。防災都市計画は、一般に、i) 調査段階で得られた災害危険度のデータを基に防災都市計画が検討された後、ii) 土地利用の計画等が進められ、iii) 避難路や避難場所の整備事業が進められるといったフローに沿って実施されるので、これらの計画プロセスの支援ツールとして適切なシミュレーションモデルの開発が求められている。

本研究では、群集避難シミュレータを用いて、津波に対する避難場所の適切な設置の観点から防災都市計画を検討する。そして上記の評価プロセスを具体的に示すことで、この種の評価方法の有効性を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の内容

群衆避難シミュレータ^{1),2),3)}は、個別要素法を基礎に構築されており、避難者や障害物を粒子とみたと粒子ごとに差分された運動方程式を計算し、群集避難行動の時間発展過程を予測するプログラムである。この群衆避難シミュレータを用いて津波災害の恐れがある海岸都市モデルを対象とした防災都市計画を検討した。

海岸都市モデルの地理情報は、沿岸の市街地形態として多く見られる海岸段丘を背にした小市街地を想定し、和歌山県南部の小市街地の土地利用状況を参考に設定し、図-1(右上)に示す計算領域とした。小市街地の背後には高台が運動場として利用されており、ここを既存避難場所として設定した。高台までのアクセスは西側から延びる一経路のみとした。また、避難者は 4 領域に分割された小市街区にランダムに配置されるが、ホテルや学校の区画には非居住区として避難者を配置していない(図-1 左上・下参照)。なお、避難者数とそ

の内訳(性別・年齢・避難速度)についても同地区の人口統計を参考に決定した(表-1 参照)。この境界条件で、まず、step1: 災害危険度の現状調査として高台のみを避難場所として使用する群衆避難シミュレーションを実施する。この段階で十分な避難が不可能であることが確認された場合、step2: 土地利用を考慮した避難施設の新設や、既存施設を避難施設として利用することなどの対策を検討する。その後、step3: step2 で検討された対策を反映したシミュレーションを再度実施する。このような一連のシミュレーションによって適切な避難経路や避難場所を検討した。本研究における対策案(step2)の段階では、群衆避難完了時間短縮の観点から既存施設を避難施設の活用や避難施設の新設を対策として考えた。また、新設する場合には有効な配置場所の検討も実施した。

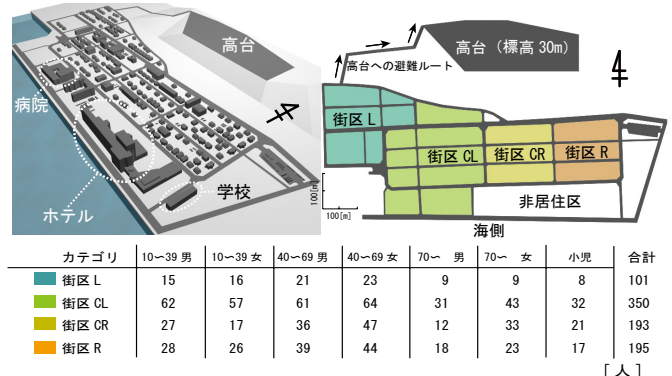


図-1 対象計算領域と避難者配置

表-1 避難者数とその内訳(性別・年齢・平均歩行速度)

年齢・性別構成	人数 (人)	比率 (%)	平均速度 (m/s)
10～39 歳男性	132	15.73	1.45
10～39 歳女性	116	13.83	1.23
40～69 歳男性	157	18.71	1.19
40～69 歳女性	178	21.22	1.04
70 歳以上男性	70	8.34	0.99
70 歳以上女性	108	12.87	0.89
小児 (5～9 歳)	78	9.30	1.06
計	839	100.00	-

3. 避難施設配置のための考察

避難開始から 15 分後に津波が到達すると想定する

と、避難開始 15 分後の避難未完了者の存在の有無、また存在するならばその初期座標を示すことが、避難施設配置計画のための有効な情報となる。そこで、シミュレータにより得られた計算結果を整理し、各 step 間で、15 分後に避難を完了していない避難者の初期座標を示した図-2 を作成した。

図-2(左上)を参照すると現状調査(sim.1)では避難場所の対策が不十分であることがわかる。そこで南東に位置するホテル屋上を避難場所として活用する対策案(sim.2)を実施したところ、図-3(右上)に示すように避難時間短縮に対する大幅な改善が確認された。しかしながら、高台とホテルの間に配置された避難者は 15 分以内に避難できていないことがわかるので、その位置座標を参考に、図-2(左下)のように既存の病院を避難施設として活用する案(Sim.3)を、また図-2(右下)のように避難タワーを設置する案(Sim.4)を提案し、それぞれ実施したところ、避難開始 15 分以内にすべての避難者が避難完了し終えることが確認され、避難施設配置計画として、有効な案が得られた。図-3 に示すように Sim.1 ~4 での累積避難者数の時系列から、避難施設の新設による避難効率の向上や避難完了時間の短縮が確認された。

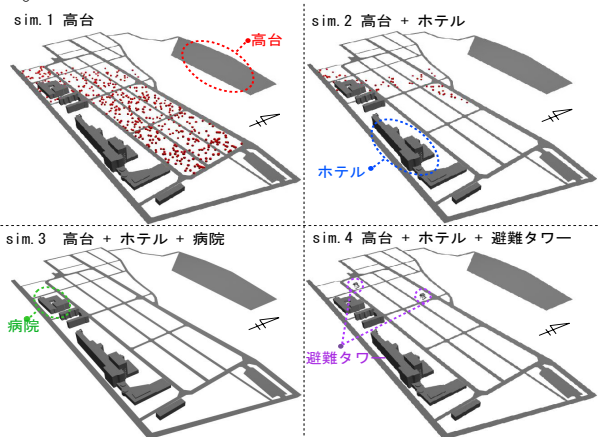


図-2 避難未完了者の初期位置図

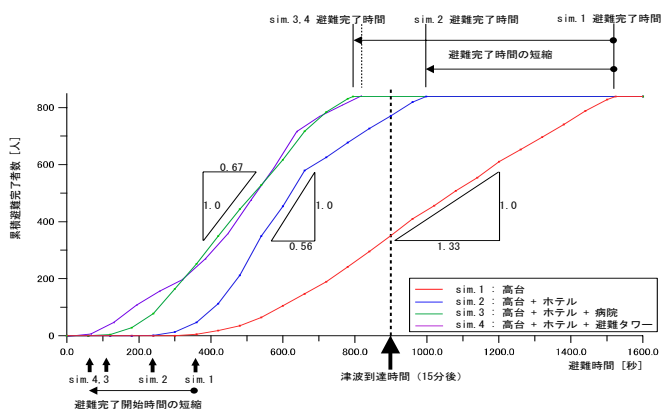


図-3 累積避難完了者数の時系列

4. 群集避難アニメーションの作成

群集避難計画では、避難施設を配備した後、利用者への避難ルートの説明や避難状況をあらかじめ認識させるための啓発活動が重要である。そこでは分かり易い表現が求められるため、シミュレーションで得られた避難行動の様子を、CG アニメーションに加工し、避難行動の疑似体験ツールとしての可能性を検討したところ、図-4 のように避難状況をイメージし易くなることが確認された。

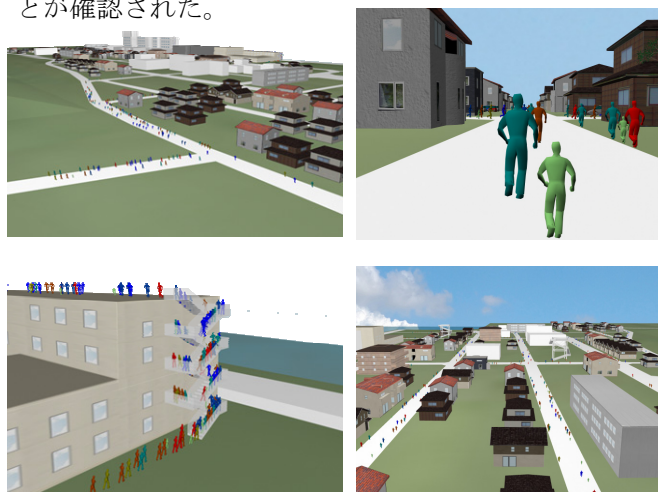


図-4 CG アニメーションのスナップショット

5. 結論

地域防災としての津波避難計画を検討する上で、1) 現状での問題点の提示、2)改善案の提起、3)改善計画案の評価、4)避難啓発のためのツールの作成、の各ステップの検討に対して、群集避難シミュレータとその結果の CG アニメーションが有効な支援ツールに成り得ることを示した。今後も群集避難シミュレータの可能性について研究を続けていきたい。

参考文献

- 1) 後藤仁志, 原田英治, 久保有希, 酒井哲郎: 個別要素法型群衆行動モデルによる津波時の避難シミュレーション, 海岸工学論文集, 第 51 巻, pp.1261-1265, 2004.
- 2) 後藤仁志, 原田英治, 久保有希, 酒井哲郎: DEM 型群衆行動モデルによる浸水地下街からの避難シミュレーション, 水工学論文集, 第 49 巻, pp.607-612, 2005.
- 3) 後藤仁志, 原田英治, 酒井哲郎, 丸山由太: Boid 型群衆モデルによる津波避難シミュレーションの構築, 海岸工学論文集, 第 53 巻, pp.1311-1315, 2006.